

Рис. 2. Микрофотография шлифа порошка хромистого гидронимязрита при 100-м увеличении

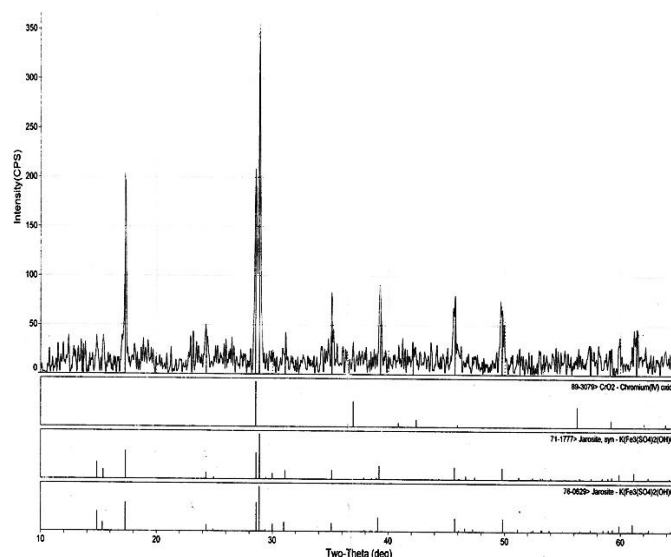


Рис. 3. Рентгенограмма осадка, полученного по реакции модельного хромового раствора со стальной стружкой

Ввиду использования в методе обезвреживания только отходов одного и того же производства (железная стружка и травильный раствор), данный метод видится нам одним из самых перспективных на сегодняшний день.

Метод был успешно внедрен на ЗАО “НПО ЛОГОТЕХ” и ООО “МАГИСТР”.

## ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ $\text{Ca}_{12-x}\text{Fe}_x\text{Al}_{14}\text{O}_{33}$ В КАЧЕСТВЕ АНОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

<sup>1</sup>Федотова Е.А., <sup>1</sup>Яковлева Е.В., <sup>1</sup>Толкачева А.С., <sup>1</sup>Корякин К.Е., <sup>2</sup>Шкерин С.Н.  
<sup>1</sup>УрФУ, <sup>2</sup>Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН  
 shkerin@mail.ru

Электрохимический способ получения электрического тока с помощью твердооксидных топливных элементов характеризуется высокой эффективностью, экологически безопасен и экономичен. Такие устройства могут работать на широком спектре видов топлива и не требовательны к его чистоте. Основные элементы конструкции топливного элемента – электролит, анод и катод. В настоящее время в качестве твердого электролита применяется  $\text{ZrO}_2$  – наиболее изученный, химически устойчивый и тугоплавкий материал. Однако недостатком оксида циркония является высокая температура работы топливного элемента, а значит – низкий энергоресурс. Для увеличения срока службы электролита необходимо снижение его рабочей температуры. Эту задачу удастся решить с помощью современного электролита на основе галлата лантана. Для этого материала подобран состав катодного материала, но поиск подходящего по характеристикам анода – до сих пор остается актуальной задачей.

Серьезная проблема применяемых в настоящее время анодов – низкая устойчивость при циклировании температуры и окислительно-восстановительной атмосферы работы устройства. Существующие анодные материалы подвергаются сильной деградации из-за фазовых переходов и изменения линейных размеров вследствие химического расширения материала, так как в его состав входят элементы с переменной валентностью. Одним из возможных решений этой проблемы является применение анодных материалов с принципиально новым структурным типом. Предлагаемый нами материал – легированный катионами железа майенит  $\text{Ca}_{12-x}\text{Fe}_x\text{Al}_{14}\text{O}_{33}$ . Проводимость по анионам кислорода у нелегированного майенита невысока и составляет  $2 \cdot 10^{-2}$  См/см при  $900^\circ\text{C}$  [1] в окислительной атмосфере. В восстановительных условиях величина электропроводности достигает  $1,6 \cdot 10^3$  См/см [2]. Введение добавки катиона переменной валентности создает смешанную проводимость, увеличивая общую проводимость. Особенность структуры майенита, составленного из полых сферических элементов, дает возможность избежать губительных для анода последствий химического расширения материала.

Составы  $\text{Ca}_{12-x}\text{Fe}_x\text{Al}_{14}\text{O}_{33}$ , где  $x$  изменялось в диапазоне от 0,1 до 5 мольных %, осуществляли методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза с применением этиленгликоля в качестве топлива. Термообработку проводили на воздухе при температуре  $1200^\circ\text{C}$  в течение 36-48 часов и в восстановительной атмосфере в потоке водорода при  $1200^\circ\text{C}$  в течение 6 часов. Состав полученных образцов изучали рентгенофазовым анализом.

В результате обжига в окислительной атмосфере Fe (III) замещает катионы Al, и фаза распадается на майенит,  $\text{CaAl}_2\text{O}_4$  и браунмеллерит состава  $\text{Ca}_2\text{Al}_{2-x}\text{Fe}_x\text{O}_5$ . После обжига в восстановительной атмосфере удалось получить образцы, содержащие майенит и металлическое железо, что позволяет реализовывать электропроводность даже при комнатной температуре.

Исследование поддержано Правительством Свердловской области и Российским фондом фундаментальных исследований. Грант № 13-08-96020.

#### *Библиографический список*

1. J.Janek, J.-K. Lee Defect chemistry of the mixed conducting cage compound  $\text{Ca}_{12}\text{Al}_{14}\text{O}_{33}$  // J. Korean Ceramic Society. 2010. V. 47 (2). P. 99.
2. Kim S.W., Matsuishi S., Nomura T., Kubota Y., Takata M., Hayashi K., Kamiya T., Hirano M., Hosono H. Metallic State in a Lime-Alumina Compound with Nanoporous Structure // Nano Lett. 2007. V. 7. № 5. P. 1138-1143.

## **ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ТОНКОДИСПЕРСНОЙ ИЗВЕСТИ**

*Фетисова Е.Б., Фетисов Б.А, Уфимцев В.М.  
УрФУ, jennyf@el.ru, b.a.fetisov@ustu.ru, uvm38@mail.ru*

В технологии ячеистого бетона используется дисперсная известь, которая традиционно получается помолом строительной комовой извести.